



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA VOLUNTÁRIA– PICVOL

META-ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE DUAS FITASES BACTERIANAS DERIVADA *ESCHERICHIA COLI* E *CITROBACTER BRAAKII* EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO NÃO FÍTICO, RELATADOS EM ESTUDOS COM FRANGOS DE CORTE.

Área do conhecimento: Exigências Nutricionais dos Animais
Subárea do conhecimento: Alimentação e Nutrição Animal
Especialidade do conhecimento: Avicultura

Relatório Final
Período da bolsa: 01/03/2017 a 31/07/2018

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PICVOL

Orientador: CLAUDIO JOSE PARRO DE OLIVEIRA
Autor: AUDASLEY TADEU SANTOS FIALHO



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL:	2
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	2
3. METODOLOGIA	3
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	4
4.1 ESCHERICHIA COLI	4
4.2 CITROBACTER BRAAKII.....	18
5. CONCLUSÕES	21
6. PERSPECTIVAS	22
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
8. OUTRAS ATIVIDADES	25



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

1. Introdução

A fitase derivada de *Escherichia coli*, é uma 6-fitase (fitase, EC 3.1.3.26) que é produzida por uma cepa geneticamente modificada de *Trichoderma reesei* cuja eficácia foi avaliada com base na metodologia descrita em diferentes estudos (Adedokun *et al.*, 2004, Jendza *et al.*, 2006, Adeola, 2010). A fitase derivada *Citrobacter braakii* é uma 6-fitase produzida por uma cepa de *Aspergillus oryzae* que expressa 2 genes sintéticos que imitam um gene da fitase produzida pela *Citrobacter braakii* (Cowieson *et al.* 2014; Vieira *et al.* 2015).

As fitases são enzimas capazes de degradar uma molécula denominada ácido fítico que é considerada um fator antinutricional para animais não ruminantes, por complexar compostos como carboidratos, proteínas, aminoácidos e minerais como o fósforo, cálcio, zinco, etc. (Selle and Ravindran, 2007; Adeola *et al.*, 2010; Bedford and Partridge, 2010).

Esses compostos poderiam ser absorvidos e utilizados pelos animais em seu metabolismo e crescimento. Dessa forma, a utilização das fitases trouxe grande avanço produtivo e econômico para a avicultura industrial (Cromwell, 2009; Simons *et al.*, 1990), por permitir melhor absorção dos nutrientes das dietas, como também, a redução da inclusão de fontes de inorgânicas de fósforos nas dietas desses animais.

Trabalhos recentes têm demonstrado a eficiência de fitases derivadas de diferentes bactérias, como por exemplo, fitases bacterianas derivadas de *Escherichia coli* e *Citrobacter braakii* (Ribeiro Jr *et al.*, 2016; Vieira *et al.*, 2015; Cowieson *et al.*, 2014; Adeola, 2010; Jendza *et al.*, 2006; Adedokun *et al.*, 2004). Nesses trabalhos os autores por meio de equações estimaram as quantidades relativas de fósforo não fítico que as fitases liberariam em diferentes concentrações, permitindo estimar a quantidade de fósforo oriundo de fosfatos inorgânicos que poderiam ser retirados das rações quando essas fitases são suplementadas.

Outros trabalhos relatados na literatura, apresentam resultados quanto a melhorias na eficiência de absorção de nutrientes de dietas com diferentes níveis de suplementação de



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

fitases (FTU/kg de ração) para frangos de corte. Entretanto, diferentes autores relatam que cada trabalho apresenta uma especificidade quanto à atividade das fitases utilizadas, devido aos níveis de cálcio (g/kg) e fósforo não fítico (nPP, g/kg) utilizados nas dietas fornecidas aos animais (Applegate *et al.*, 2003; Onyango *et al.*, 2004, 2005a, 2005b; Olukosi and Fru-Nji, 2014). É relatado que altos níveis de cálcio (g/kg) e fósforo não fítico (nPP, g/kg) podem reduzir a atividade das fitases, o que dificulta a comparação dos trabalhos e subestima a real capacidade de liberação de fósforo.

2. Objetivo Geral:

Realizar levantamento literário de diversos artigos que avaliaram as fitases bacterianas derivada *Escherichia coli* e *Citrobacter braakii* para executar uma meta-análise, visando estimar a eficiências dessas enzimas, quando diferentes níveis de cálcio (g/kg) e fósforo não fítico (nPP, g/kg) foram utilizados nas dietas experimentais para frango de corte.

2.1 Objetivos Específicos:

Compilar dados dos níveis de cálcio (g/kg) e fósforo não fítico (nPP, g/kg) das dietas experimentais de diferentes trabalhos que utilizaram as fitases bacterianas derivada de *Escherichia coli* e *Citrobacter braakii*;

Compilar dados dos resultados de desempenhos de frangos de corte de diferentes trabalhos que utilizaram as fitases bacterianas derivada de *Escherichia coli* e *Citrobacter braakii*;

Proceder meta-análise e gerar equações para prever a eficiência de utilização das fitases bacterianas derivada *Escherichia coli* e *Citrobacter braakii* sobre o desempenho de frangos de corte;

Utilizar a metodologia de superfície de resposta para avaliar a eficiências das fitases bacterianas derivada *Escherichia coli* e *Citrobacter braakii*, quando diferentes níveis de cálcio (g/kg) e fósforo não fítico (nPP, g/kg) foram utilizados nas dietas experimentais para



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

frango de corte e estimar os valores máximos de desempenho e o nível ótimo de utilização desses fatores.

3. Metodologia

Foi realizado um levantamento literário da eficiência de utilização das fitases bacterianas derivadas de *Escherichia coli* e *Citrobacter braakii* em dietas para frangos de corte. Resultados de 14 artigos de fitases derivadas de *Escherichia coli* e 4 artigos de fitases derivadas de *Citrobacter braakii* foram obtidos no levantamento literário.

A partir dos dados encontrados nestes levantamentos, foi realizado um procedimento de meta-análise para gerar equações para predizer a eficiência da utilização das fitases bacterianas derivadas de *Escherichia coli* e *Citrobacter braakii* sobre o desempenho de frango de corte em fase inicial (1 a 21 dias de idade).

Os dados de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), em experimentos realizados com frangos de corte em fase inicial, foram coletados, compilados e organizados de acordo com os diferentes níveis de cálcio (g/kg) e fósforo não fítico (nPP, g/kg) utilizados nos diversos estudos encontrados na literatura.

Todos os dados coletados foram submetidos à análise estatística utilizando o pacote estatístico SAS (SAS Institute, Inc., 2010). Foi realizada uma análise de variância (ANOVA) utilizando o PROC MIXED dos SAS, onde o efeito “estudo” foi considerado como efeito aleatório no modelo. O método de contrastes ortogonais de polinômios foi utilizado para estudar o comportamento dos dados.

Quando não respeitado o preceito de ortogonalidade, foi utilizado o PROC IML do SAS para estimar os coeficientes a serem utilizados no método de contrastes ortogonais de polinômios. Foi utilizado o PROC NL MIXED dos SAS, para ajustar equações lineares e não lineares (Quadrática, Cúbica, Gompertz, Brody e Logística) para cada variável dependente em função dos níveis de suplementação das fitases (FTU/kg de ração) descritas na literatura. Para escolha do melhor modelo, foram utilizados os parâmetros de Critério de Akaike, Inferência Bayesiana e o Coeficiente de Determinação (R^2). Foi utilizado o PROC



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

RSREG do SAS para realizar a metodologia de superfície de reposta com o objetivo de avaliar a eficiência da fitase quando níveis de cálcio (g/kg) ou fósforo não fítico (nPP, g/kg) foram utilizados nas dietas experimentais dos diferentes artigos. Foram estimados, por meio da metodologia de superfície de resposta, o ponto ótimo de resposta das variáveis de desempenhos em função dos níveis ótimos de suplementação das fitases (FTU/kg de ração) e de utilização de cálcio (g/kg) ou fósforo não fítico (nPP, g/kg).

4. Resultados e discussões

4.1 Escherichia coli

Foram compilados dados de diferentes autores presente na literatura que apresentaram resultados experimentais com animais de mesma fase de desenvolvimento (até 21 dias). Entretanto, os trabalhos apresentaram diferenças nas dietas basais, níveis de cálcio (g/kg), níveis de fósforo não fítico (nPP, g/kg) e fósforo fítico (g/kg).

Na tabela 1, encontram-se valores compilados de 14 artigos. As dietas basais dos artigos compilados possuíam composição variada. Em 9 artigos, foi observado que a dieta basal era composta por milho e farelo de soja. Scoley *et al.* (2017) utilizaram uma dieta basal composta de trigo e farelo de soja, enquanto que Manzanilla *et al.* (2015) utilizaram uma dieta basal composta por trigo, milho e farelo de soja. Santos *et al.* (2014) descreveram o uso de dieta à base de milho, arroz, mandioca e farelo de soja, enquanto que Liu *et al.* (2008) reportaram dieta basal composta de milho, farelo de soja e semente de algodão.

Foi observado que os níveis de cálcio (g/kg ração) dos artigos compilados variavam acentuadamente. Walk *et al.* (2012) apresentaram a maior quantidade de cálcio (equivalente a 10g/kg), enquanto que Powell *et al.* (2011) utilizaram 2,0 g/kg de cálcio na dieta basal.

Os níveis de fósforo não fítico (nPP, g/kg ração) apresentaram variação entre os artigos compilados. Powell *et al.* (2011) relataram maior quantidade de fósforo não fítico (equivalente a 13,3 g/kg), enquanto que Manzanilla *et al.* (2015) não reportaram o nível de nPP (g/kg) na dieta basal. Da mesma forma, o fósforo fítico (P, g/kg) dos artigos



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

compilados também apresentaram variação. Lee *et al.* (2017) descreveram maior quantidade de fósforo fítico (equivalente a 3,4 g/kg), enquanto que McCormick *et al.* (2017) e Manzanilla *et al.* (2016) não reportaram o teor de fósforo fítico na dieta basal.

Tabela 1. Composição nutricional das dietas basais de diferentes autores que avaliaram níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/Kg de ração) em dietas de frangos de corte.

Autores	Tipo de Dieta Basal	Nível de Ca(g/kg)	Nível de nPP(g/kg)	P Fítico (g/kg)
McCormick <i>et al.</i> , 2017	Milho – Farelo de Soja	10	1.8	-
Lee <i>et al.</i> , 2017	Milho - Farelo. de Soja	9.8	3.2	3.0
Lee <i>et al.</i> , 2017	Milho - Farelo. de Soja	9.8	4.8	3.2
Lee <i>et al.</i> , 2017	Milho - Farelo. de Soja	9.8	6.0	3.4
Scoley <i>et al.</i> , 2017	Trigo - Farelo de Soja	7.8	2.98	2.86
Ribeiro Jr <i>et al.</i> , 2016	Milho - Farelo. de Soja	9.0	1.8	2.27
Manzanilla <i>et al.</i> , 2015	Trigo – Milho – Farelo de Soja	5.0	-	-
Santos <i>et al.</i> , 2014	Milho – Arroz- Mandioca – Farelo de Soja	8.7	1.8	2.3
Walk <i>et al.</i> , 2014	Milho - Farelo. de Soja	8.2	3.0	3.1
Walk <i>et al.</i> , 2014	Milho - Farelo. de Soja	9.8	4.5	3.1
Walk <i>et al.</i> , 2013	Milho - Farelo. de Soja	8.2	3.0	3.0
Walk <i>et al.</i> , 2012	Milho - Farelo. de Soja	6.4	3.2	2.1
Walk <i>et al.</i> , 2012	Milho - Farelo. de Soja	10.3	3.2	2.1
Powell <i>et al.</i> , 2011	Milho - Farelo. de Soja	4.5	10	2.7
Powell <i>et al.</i> , 2011	Milho - Farelo. de Soja	2.0	6.7	2.7
Powell <i>et al.</i> , 2011	Milho - Farelo. de Soja	2.0	10	2.7
Powell <i>et al.</i> , 2011	Milho - Farelo. de Soja	2.0	13.3	2.7
Liu <i>et al.</i> , 2008	Milho – Farelo de Soja – Semente de Algodão	7.8	2.8	2.2
Pirgozliev <i>et al.</i> , 2007	Milho - Farelo. de Soja	8.6	2.8	2.4
Jendza <i>et al.</i> , 2006	Milho - Farelo. de Soja	7.7	2.4	2.7
Cowieson <i>et al.</i> , 2006	Milho - Farelo. de Soja	10.1	3.26	2.41
Onyango <i>et al.</i> , 2005	Milho - Farelo. de Soja	7.7	1.2	2.7

Ca = Cálcio; nPP = Fósforo não Fítico; P = Fósforo

Os valores médios para as variáveis de ganho de peso (g), consumo de ração (g), conversão alimentar (g/g), teor de cálcio (g/kg) e teor de fosforo não fítico (nPP, g/kg) em relação aos níveis de unidades de fitase (FTU/kg de ração) de *E. coli*, estão apresentados na tabela 2. Os valores médios estão acompanhados do desvio padrão da média para cada variável (média \pm EPM). A tabela 2 também apresenta o tamanho das amostras (n) utilizado na composição desses valores médios. Para esse levantamento, foram utilizados apenas dados coletados de artigos que tinham a dieta basal composta por milho e farelo de soja. Segundo Selle & Ravindran (2007), uma das maiores dificuldades em fazer levantamentos



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

sobre a atividade de fitases é a diversidade que existe na composição das dietas basais utilizadas nos estudos, a qual pode interferir na ação das enzimas. Portanto, utilizar trabalhos que possuíam dietas basais similares aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos pela meta-análise.

A dieta basal normalmente representa o nível zero (FTU/kg de ração) de suplementação das enzimas. O tamanho da amostra (n) referente ao efeito da dieta basal sobre as variáveis observadas foi coletado de 11 artigos. Os trabalhos encontrados apresentaram níveis de suplementação de (FTU/kg de ração), que variavam de 150 a 24.000. O nível de 500 (FTU/kg de ração) foi mais utilizado nos artigos encontrados (n = 14); seguido pelo o nível 1.500 (FTU/kg de ração), o qual foi utilizado em 06 artigos; já o nível 1.000 (FTU/kg de ração) foi reportado em 05 artigos; o nível de 250 (FTU/kg de ração) foi utilizado em 03 artigos; o nível de 5.000 (FTU/kg de ração) foi utilizado em 02 artigos. No entanto, a suplementação dos níveis de (FTU/kg de ração) de 150, 300, 600, 750, 1.200, 2.400, 2.500 e 24.000 foram reportados em apenas 01 artigo cada.

Tabela 2. Média \pm Erro Padrão da Média (EPM) das variáveis de desempenho e dos teores de cálcio e de fósforo não fítico de diferentes trabalhos que avaliaram níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/Kg de ração) em dietas de frangos de corte.

		Ganho de Peso, (g) ^A	Consumo de Ração, (g) ^A	Conversão Alimentar, g/g	Cálcio, g/kg	nPP, g/kg
FTU/kg de ração	n	Média \pm EPM	Média \pm EPM	Média \pm EPM	Média \pm EPM	Média \pm EPM
Dieta Basal	11	579,87 \pm 58,46	823,07 \pm 67,66	1,48 \pm 0,08	7,97 \pm 0,69	2,95 \pm 0,43
150	1	249,50	452,86	1,815	10,1	3,26
250	3	665,53 \pm 23,23	905,03 \pm 64,12	1,36 \pm 0,10	8,43 \pm 0,38	2,33 \pm 0,29
300	1	284,50	479,61	1,654	10,1	3,26
500	14	690,36 \pm 37,02	923,45 \pm 49,86	1,34 \pm 0,02	6,84 \pm 0,80	4,78 \pm 1,00
600	1	256,90	453,39	1,765	10,1	3,26
750	1	740	1018	1,376	7,7	2,4
1000	5	775 \pm 63,19	1006,40 \pm 82,35	1,37 \pm 0,03	8,16 \pm 0,24	2,28 \pm 0,35
1200	1	276,20	436,99	1,68	10,1	3,26
1500	6	822,50 \pm 35,57	1081,17 \pm 41,89	1,32 \pm 0,01	9,23 \pm 0,33	3,63 \pm 0,61
2400	1	289,60	486,04	1,678	10,1	3,26
2500	1	716,10	858,90	1,199	8,6	2,8
5000	2	474,20 \pm 2,10	619 \pm 2,05	1,31 \pm 0,00	8,35 \pm 1,95	3,2
24000	1	281	437,44	1,685	10,1	3,26

FTU/kg = Unidade de fitase por quilograma de ração; n = tamanho da amostra (quantidade de valores encontrados em diferentes artigos na literatura); nPP = Fósforo não Fítico.

^A Efeito Quadrático (P<0,05)



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Foi observado que a suplementação de 1.500 (FTU/kg de ração) resultou no maior ganho de peso médio ($822,50 \pm 35,57$ g), enquanto que a suplementação de 150 (FTU/kg de ração) apresentou o menor valor (249,50 g). Em relação aos artigos com suplementação de 500 (FTU/kg de ração), foi observado ganho de peso médio de ($690,36 \pm 37,02$ g), sendo que este nível de suplementação é o mais utilizado e recomendado pela indústria de nutrição de aves. Avaliando o intervalo da dieta basal (nível 0) para a suplementação de 500 (FTU/kg de ração), observamos em média aumento de 20% de no ganho de peso. Quando observamos a variação de 500 (FTU/kg de ração) para 1000 (FTU/kg de ração) o resultado passou a ser de 12% de aumento no ganho de peso, ao passo que, ao aumentar de 1000 (FTU/kg de ração) para 1500 (FTU/kg de ração), houve 6% de aumento no de ganho de peso. Isso demonstra que o aumento de suplementação da enzima possui efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre a variável ganho de peso, dessa forma ao dobrar ou triplicar a quantidade de enzima nas rações não se observa alteração linear nas respostas.

Ao avaliar o consumo de ração (g), o nível de suplementação 1.500 (FTU/kg de ração) apresentou maior consumo médio ($1.081,17 \pm 41,89$ g), quando comparado com o nível de 24.000 (FTU/kg de ração) que apresentou menor consumo médio (437,44 g). Ao comparar os intervalos de suplementação 0 (dieta basal) a 500 (FTU/kg de ração), obteve-se em média 12% de aumento. Quando observado a suplementação de 500 (FTU/kg de ração) para 1.000 (FTU/kg de ração), o resultado passou a ser de 9% de aumento no consumo médio; e ao aumentar de 1.000 (FTU/kg de ração) para 1.500 (FTU/kg de ração), houve 7,4 % de aumento no consumo. Os resultados demonstram que a suplementação de níveis de fitase possuem efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre essa variável.

Ao observar a conversão alimentar (g/g), no intervalo de suplementação 0 (dieta basal) a 500 (FTU/kg de ração), observamos em média 10% de melhoria nessa variável. Entretanto, quando observamos a variação de 500 (FTU/kg de ração) para 1000 (FTU/kg de ração), houve piora de 2,23% no resultado, ao passo que ao aumentar de 1000 (FTU/kg de ração) para 1500 (FTU/kg de ração) houve novamente melhora de 3,78% na conversão alimentar. Tais resultados demonstram inconsistência na melhoria da conversão alimentar



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

($P > 0,05$) do animal com a suplementação da enzima em níveis superiores à 500 (FTU/kg de ração).

Na tabela 3, encontram-se equações das variáveis de desempenho, onde são também apresentados os valores de critério de Akaike corrigido (AICc), inferência Bayseana (BIC), e coeficiente de determinação (R^2). Para indicar qual a equação de melhor ajuste, foram levados em consideração os menores valores numéricos de AICc e BIC. Já para o R^2 , quanto maior o valor numérico, melhor o ajuste do modelo.

Tabela 3. Equações ajustadas para as variáveis de desempenho considerando dados de diversos trabalhos que avaliaram níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/Kg de ração) em dietas de frangos de corte.

	Equação	AICc	BIC	R^2
<i>Ganho de Peso (g)</i>				
Linear	Não convergiu	-	-	-
Quadrática	$Y = -0,00005X^2 + 0,243X + 581,02$	452,3	453,5	0,43
Gompertz	$Y = 1086,6e - 0,7356e^{(-0,000617X)}$	5854,9	5856,0	0,18
Cúbica	Não convergiu	-	-	-
Brody	Não convergiu	-	-	-
Logística	Não convergiu	-	-	-
<i>Consumo de Ração (g)</i>				
Linear	Não convergiu	-	-	-
Quadrática	$Y = -0,00007X^2 + 0,2942X + 799,74$	473,7	474,9	0,43
Gompertz	$Y = 1183,95e - 0,4217e^{(-0,001038X)}$	28847	29848	0,14
Cúbica	Não convergiu	-	-	-
Brody	Não convergiu	-	-	-
Logística	Não convergiu	-	-	-

AICc = critério de Akaike corrigido; BIC = inferência baesiana; R^2 = coeficiente de determinação. Para gerar as equações foram utilizados os níveis de fitase presentes em ao menos dois artigos diferentes (0, 250,500,1000, 1500 e 5000 FTU/kg de ração).

Para o ganho de peso, os modelos linear, cúbico, Brody e logístico não convergiram, enquanto que os modelos quadráticos e Gompertz foram significativos. Ao comparar esses dois modelos, o modelo Quadrático apresentou o melhor ajuste, uma vez que demonstrou os menores valores de AICc (452,3) e BIC (453,5); e demonstrou o maior valor de R^2 (0,43). O nível ótimo de suplementação de fitase estimado pela equação quadrática para o ganho de peso foi de 2430,00 FTU/kg de ração.

Para o consumo de ração, os modelos linear, cúbico, Brody e logístico, não convergiram, enquanto que os modelos Quadrático e de Gompertz foram significativos. Ao comparar esses dois modelos, o modelo Quadrático apresentou o melhor ajuste, uma vez



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

que demonstrou os menores valores de AICc (473,7) e BIC (474,9); e demonstrou o maior valor de R^2 (0,43). O nível ótimo de suplementação de fitase estimado pela equação quadrática para o consumo de ração foi de 2101,4 FTU/kg de ração. Não foi possível ajustar nenhum modelo para a conversão alimentar.

As figuras 1 e 2, representam os efeitos dos níveis fitase (FTU/kg de ração) sobre as variáveis ganho de peso e consumo de ração respectivamente.

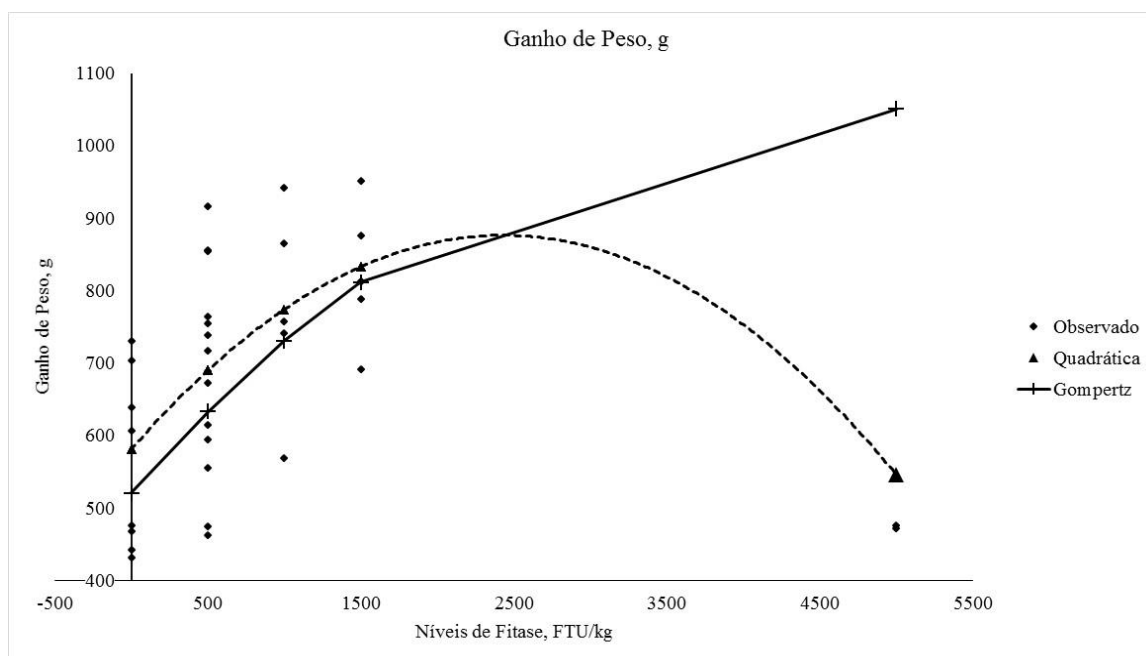


Figura 1. Modelos ajustados para o ganho de peso (g) utilizando dados de diversos trabalhos que avaliaram níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/Kg de ração) em dietas de frangos de corte.

A análise de superfície de resposta foi utilizada para avaliar conjuntamente a influência dos níveis de suplementação de fitase (FTU/kg de ração) e os níveis cálcio (g/kg de ração) e de fósforo não fítico (g/kg) das dietas sobre o ganho de peso (g) e o consumo de ração (g) dos animais.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

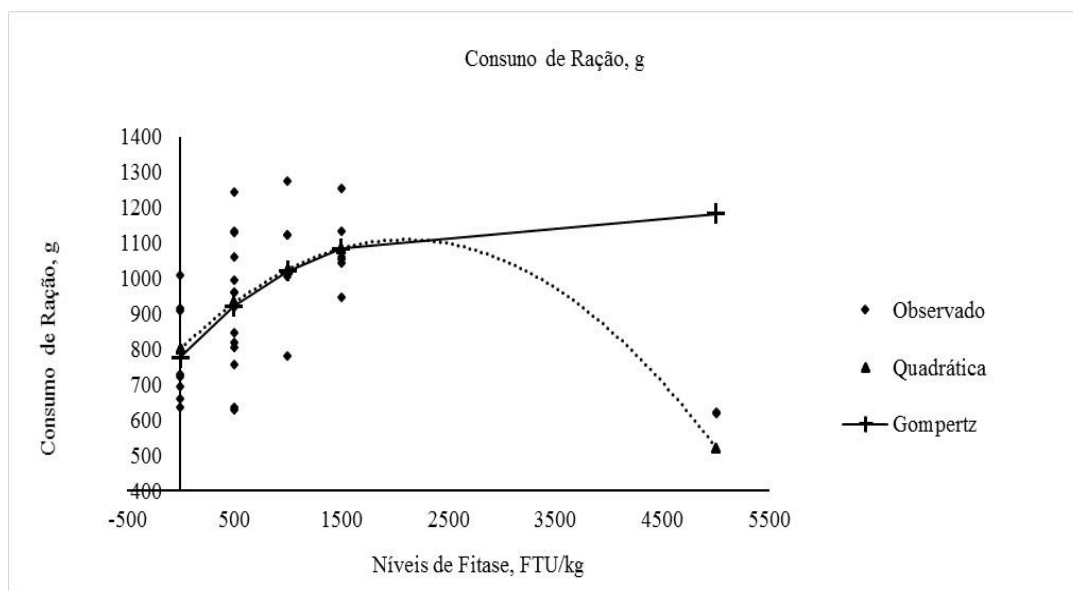


Figura 2. Modelos ajustados para o consumo de ração (g) utilizando dados de diversos trabalhos que avaliaram níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) em dietas de frangos de corte.

Por meio da metodologia de superfície de resposta ($P < 0,05$), foi observado que o maior ganho de peso estimado (866,73 g) é obtido a partir da combinação de 2110,5 FTU de fitase/kg de ração e 6,59 g de Ca/kg de ração (Figuras 3, 4 e 5).

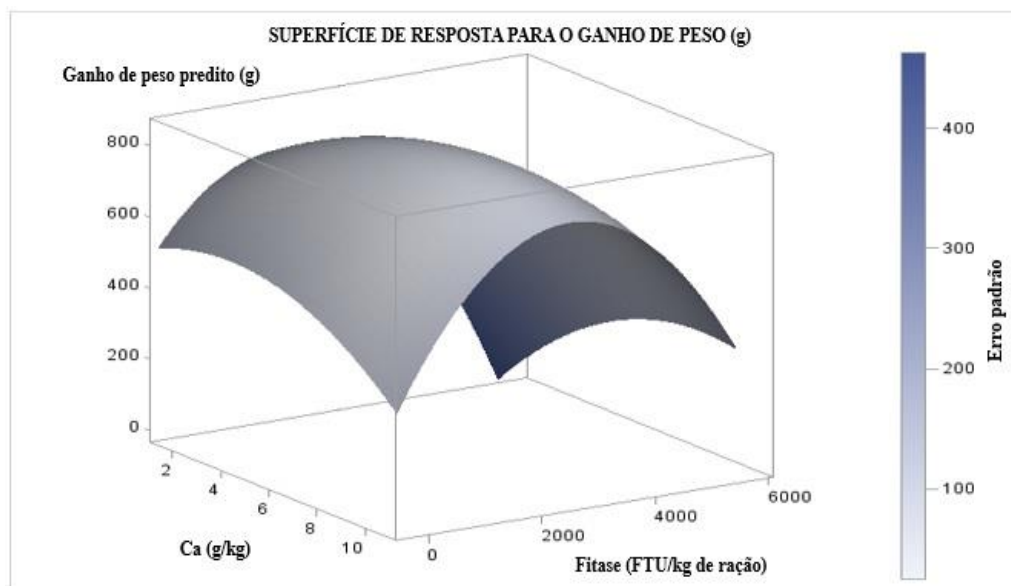


Figura 3. Representação gráfica da superfície de resposta para o comportamento do ganho de peso (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de cálcio (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias, de diversos trabalhos encontrados na literatura.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

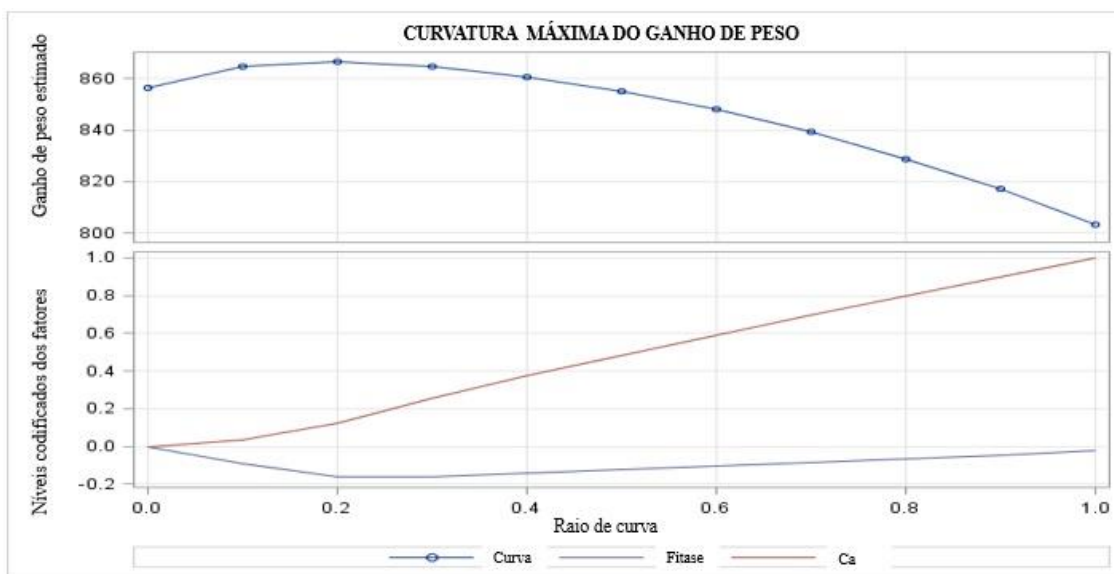


Figura 4. Comportamento do ganho de peso (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de cálcio (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias, de diversos trabalhos encontrados na literatura.

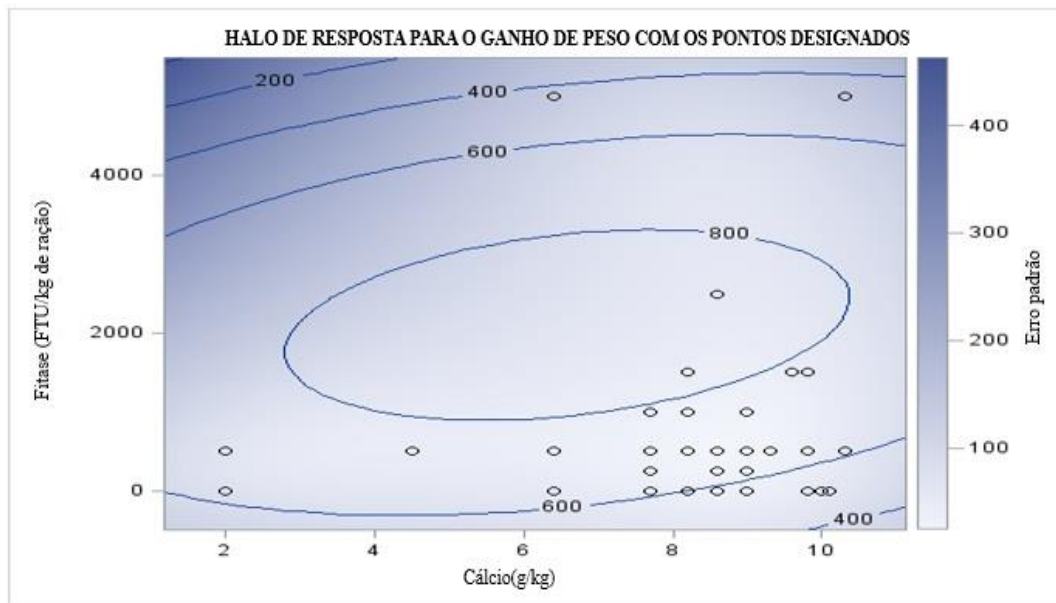


Figura 5. Área de contorno da análise de superfície de resposta para a variável ganho de peso (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de cálcio (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias. Pela a análise de superfície de resposta, o nível ótimo de ganho de peso foi estimado em 866,73 g, utilizando o nível de fitase de 2110,5 FTU/kg de ração e de cálcio de 6.59 g/kg de ração.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

As figuras 6, 7 e 8 por sua vez, demonstram a otimização ($P < 0,05$) para o ganho de peso (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de fósforo não fítico (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte. Pela análise de superfície de resposta, o nível ótimo de ganho de peso foi estimado em 865,78 g, utilizando o nível de fitase de 1836,3 FTU/kg de ração e de fósforo não fítico (nPP) de 5,35 g/kg de ração.

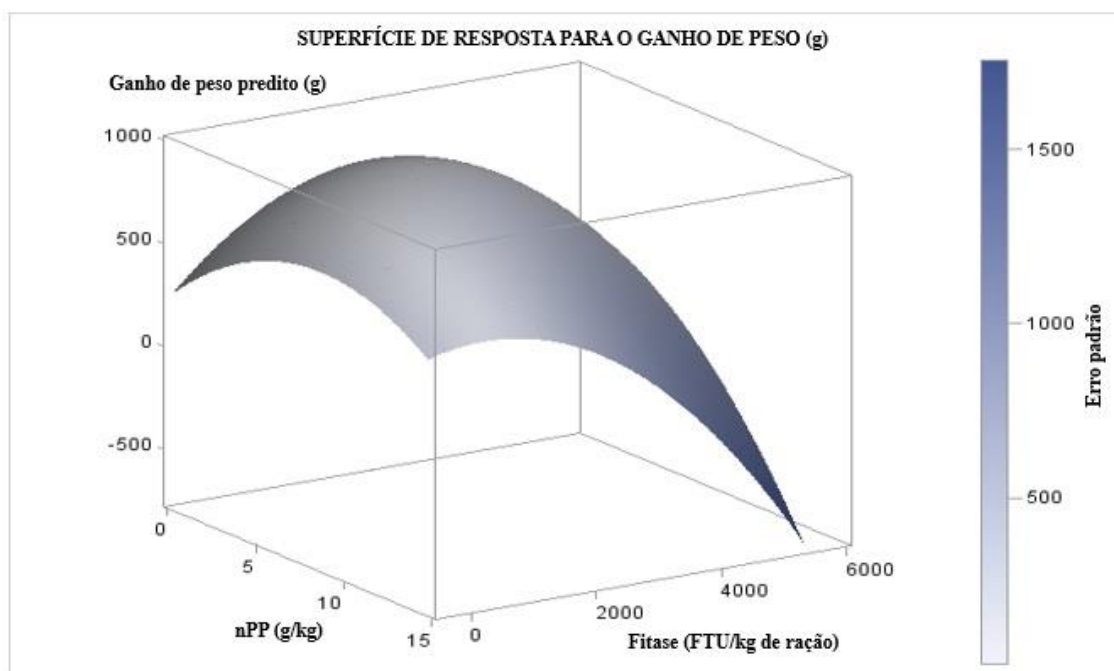


Figura 6. Representação gráfica da superfície de resposta para o comportamento do ganho de peso (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de fósforo não fítico (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias, de diversos trabalhos encontrados na literatura.

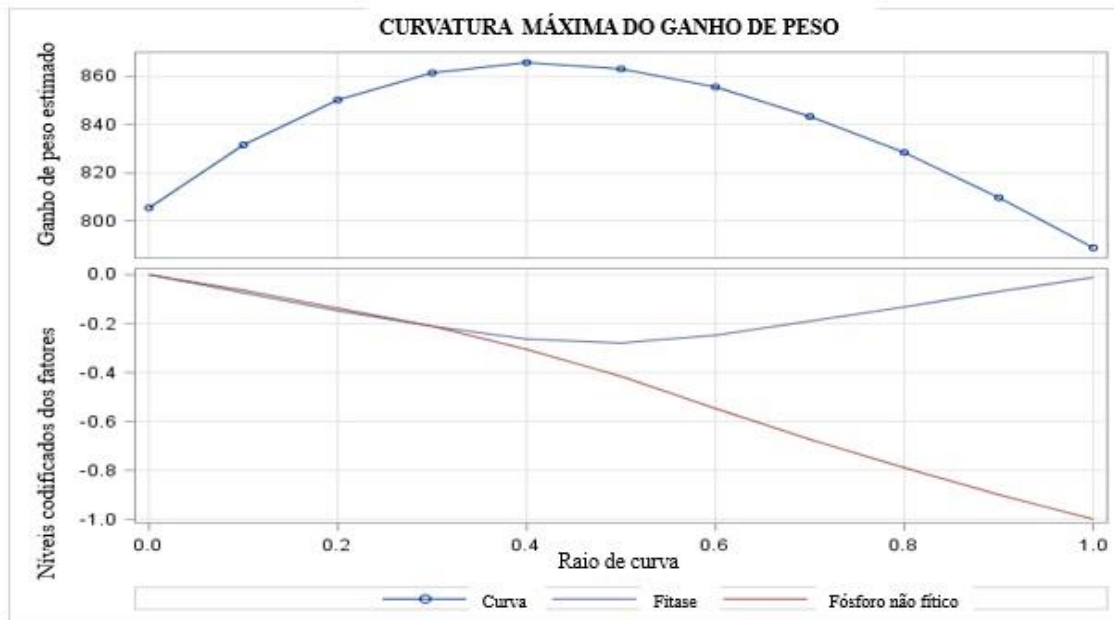


Figura 7. Comportamento do ganho de peso (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de fósforo não fítico (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias, de diversos trabalhos encontrados na literatura.

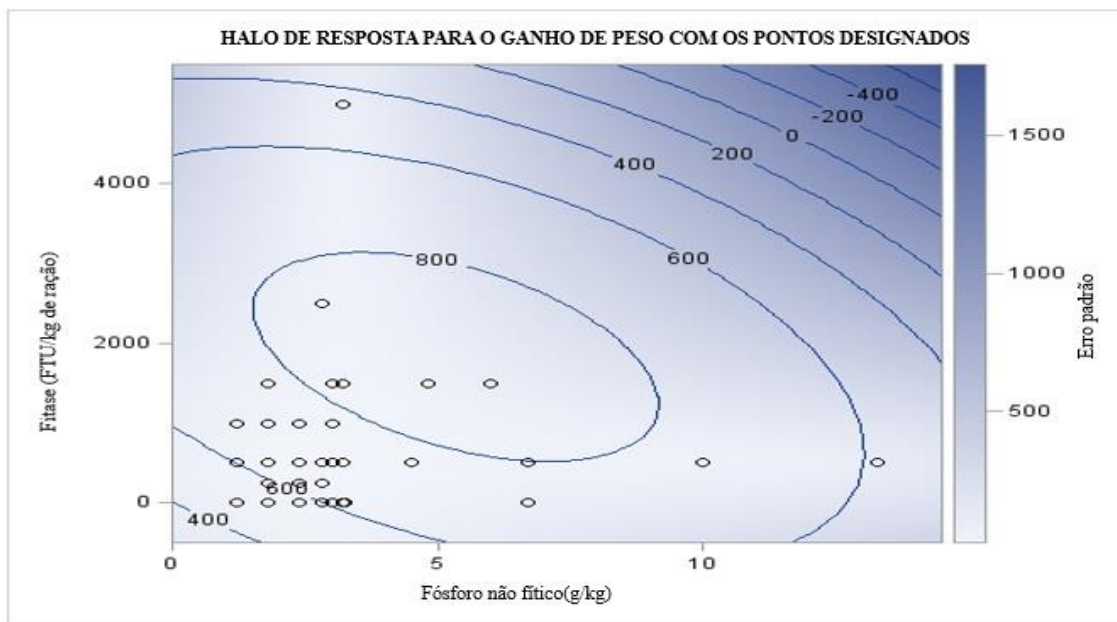


Figura 8. Área de contorno da análise de superfície de resposta para a variável ganho de peso (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de fósforo não fítico (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias. Pela a análise de superfície de resposta, o nível ótimo de ganho de peso foi estimado em 865,78 g, utilizando o nível de fitase de 1836,3 FTU/kg de ração e de fósforo não fítico de 5,35 g/kg de ração.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

As figuras 9,10 e 11 demonstram a otimização ($P < 0,05$) para consumo de ração (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de cálcio (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte. Pela análise de superfície de resposta, o nível ótimo de consumo de ração foi estimado em 1100,28 g, utilizando o nível de fitase de 2030,70 FTU/kg de ração e de cálcio de 6,92 g/kg de ração.

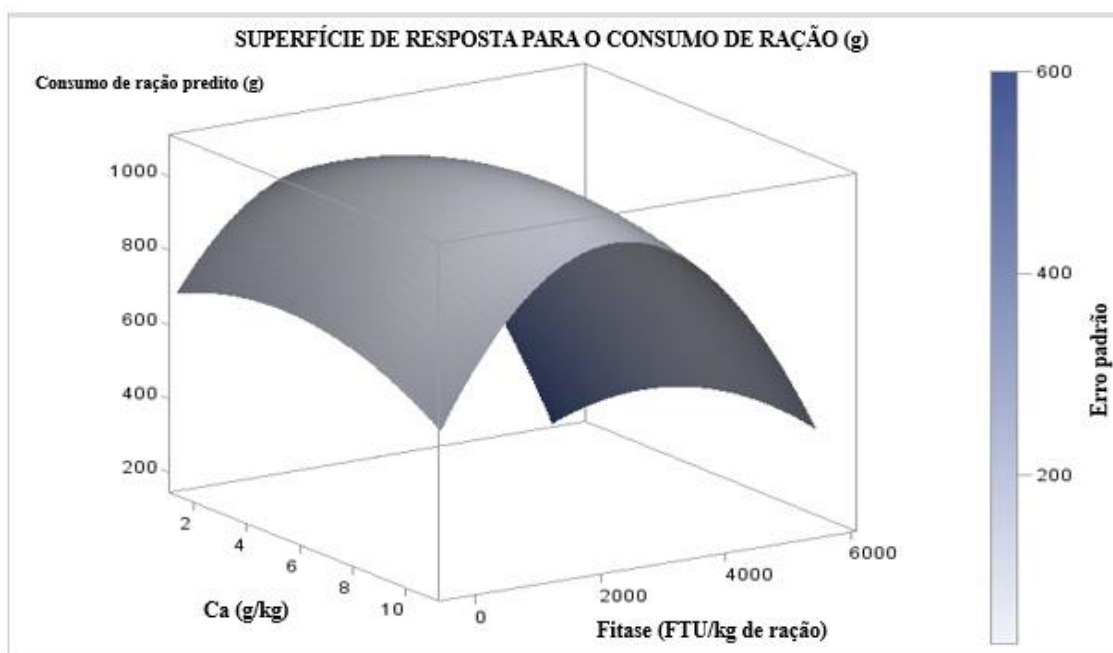


Figura 9. Representação gráfica da superfície de resposta para o comportamento do consumo de ração (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de cálcio (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias, de diversos trabalhos encontrados na literatura.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

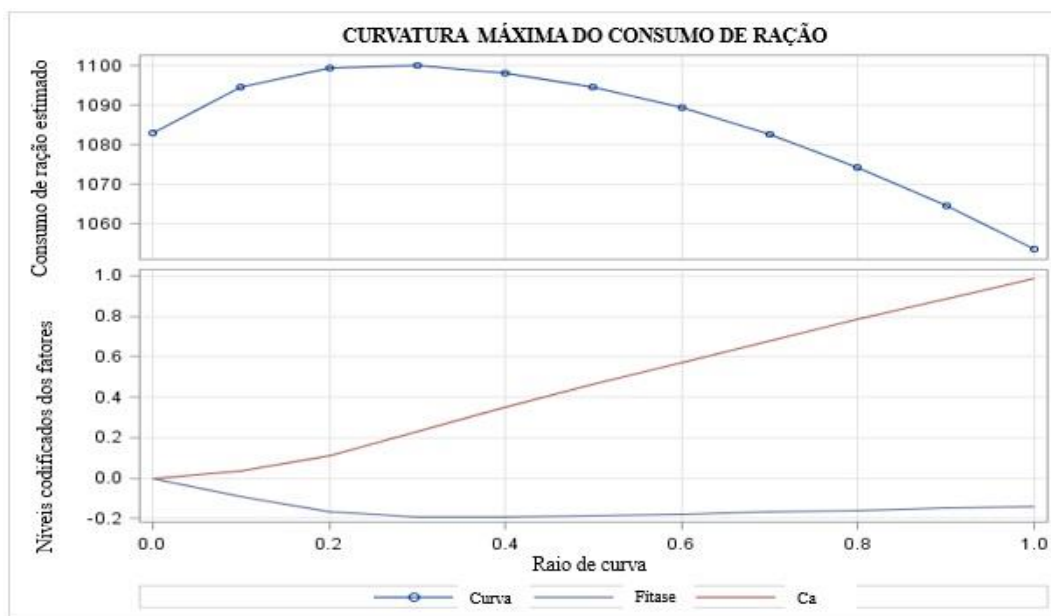


Figura 10. Comportamento do consumo de ração (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de cálcio (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias, de diversos trabalhos encontrados na literatura.

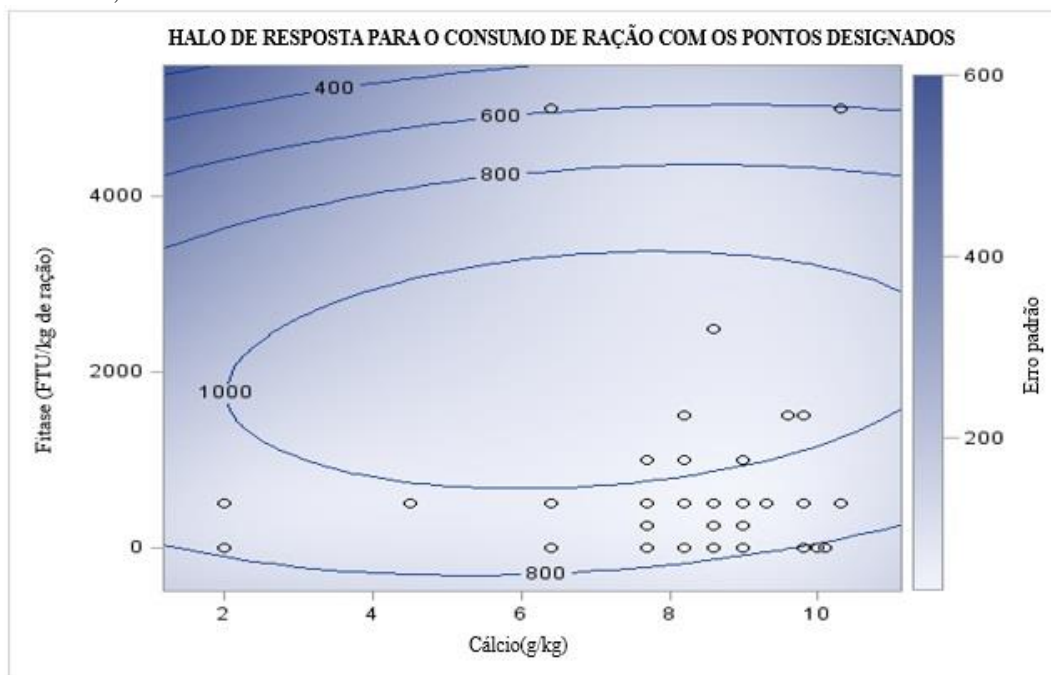


Figura 11. Área de contorno da análise de superfície de resposta para a variável consumo de ração (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de cálcio (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias. Pela a análise de superfície de resposta, o nível ótimo de consumo de ração foi estimado em 1100,28 g, utilizando o nível de fitase de 2030,70 FTU/kg de ração e de cálcio de 6,92 g/kg de ração.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

Por fim, as figuras 12,13 e 14 demonstram a otimização ($P < 0,05$) para consumo de ração (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de fósforo não fítico (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte. Pela análise de superfície de resposta, o nível ótimo de consumo de ração foi estimado em 1127,18 g, utilizando o nível de fitase de 1916,22 FTU/kg de ração e de fósforo não fítico (nPP) de 5,90 g/kg de ração.

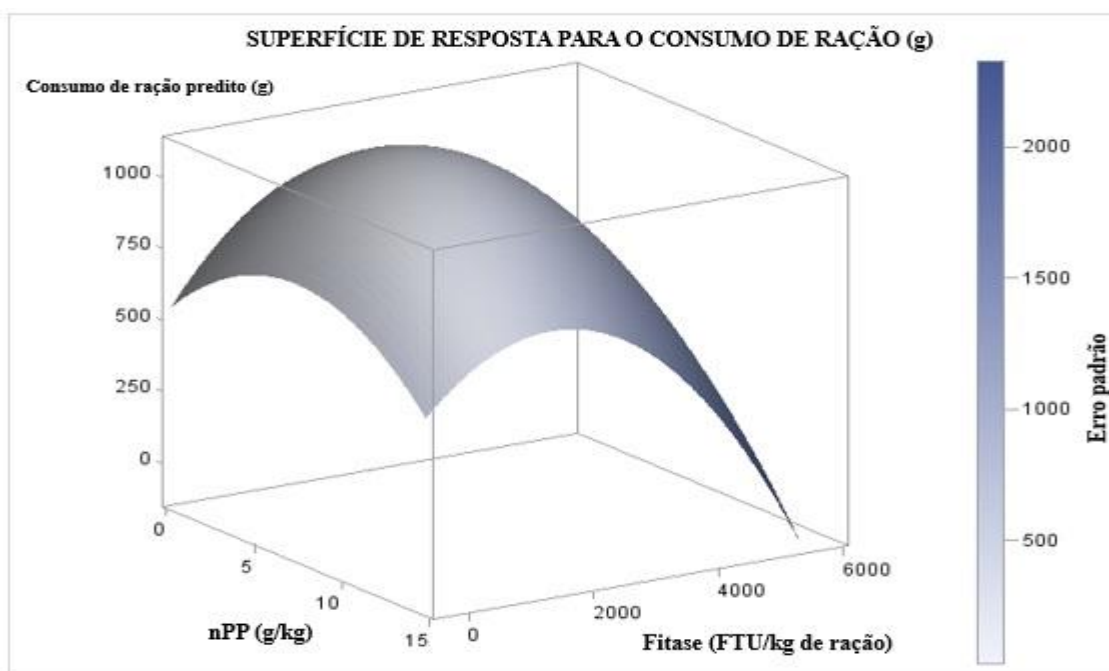


Figura 12.: Representação gráfica da superfície de resposta para o comportamento do consumo de ração (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de fósforo não fítico (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias, de diversos trabalhos encontrados na literatura.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

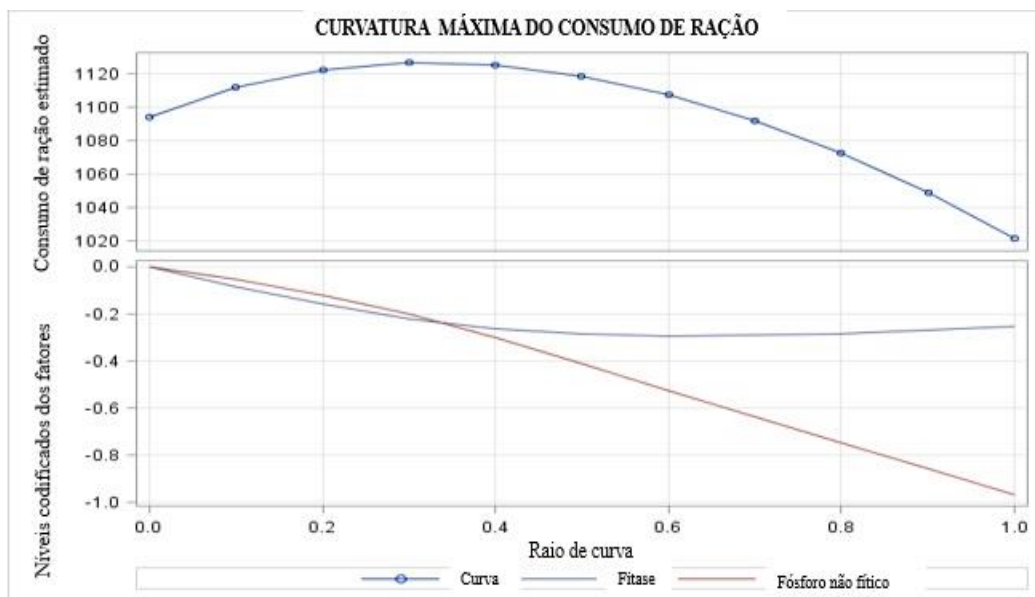


Figura 13. Comportamento do consumo de ração (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e de fósforo não fítico (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias, de diversos trabalhos encontrados na literatura.

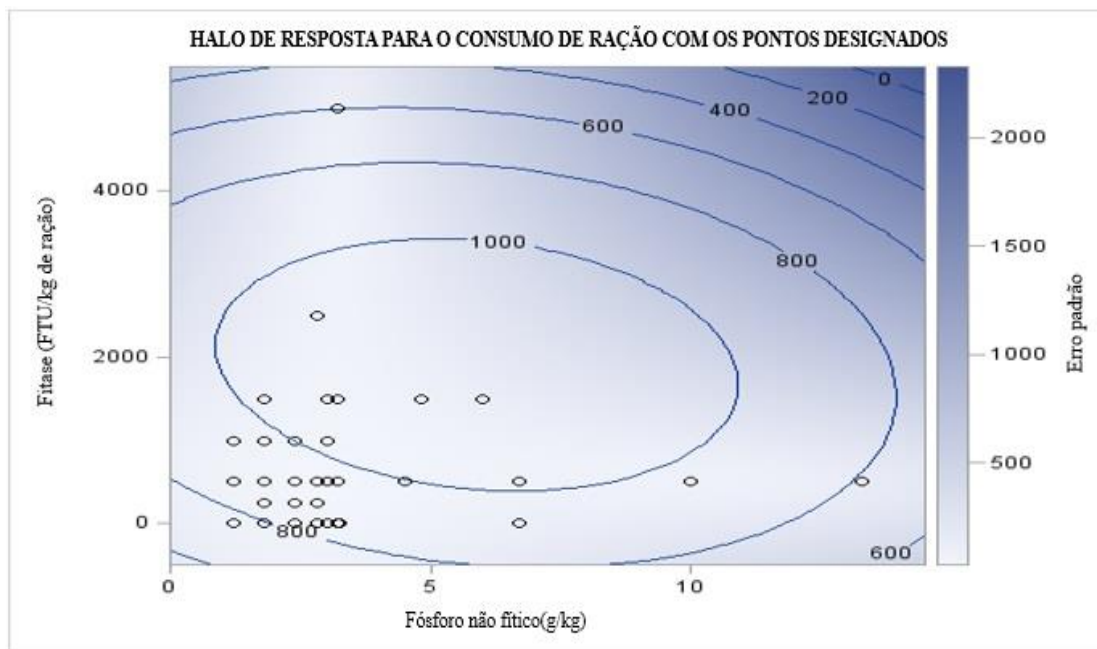


Figura 14. Área de contorno da análise de superfície de resposta para a variável consumo de ração (g) em relação aos níveis de fitase derivada de *Escherichia coli* (FTU/kg de ração) e fósforo não fítico (g/kg) utilizados em rações de frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias. Pela a análise de superfície de resposta, o nível ótimo de consumo de ração foi estimado em 1127,18 g, utilizando o nível de fitase de 1916,22 FTU/kg de ração e de fósforo não fítico de 5,90 g/kg de ração.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

4.2 *Citrobacter braakii*

Foram compilados dados de diferentes autores presente na literatura que apresentaram resultados experimentais com animais de mesma fase de vida (até 21 dias de idade). Entretanto, os trabalhos apresentaram diferenças nas dietas basais, níveis de cálcio (g/kg), níveis de fósforo não fítico (nPP, g/kg) e fósforo fítico (g/kg).

Na Tabela 4, encontram-se valores compilados de 4 artigos. As dietas basais dos artigos compilados não possuíam composição variada. Entretanto Olukosi *et al.*, 2014 utilizaram também em seu trabalho uma dieta basal composta de milho, trigo e farelo de soja.

Foi observado que os níveis de cálcio (Ca, g/kg) dos artigos compilados variavam acentuadamente. Olukosi *et al.*, 2014 apresentaram a maior quantidade de cálcio (equivalente a 16,3g/kg), enquanto que Vieira *et al.*, 2015 utilizaram 8,0 g/kg de cálcio na dieta basal.

Tabela 4. Composição nutricional das dietas basais de diferentes autores que avaliaram níveis de fitase derivada de *Citrobacter braakii* (FTU/Kg de ração) em dietas de frangos de corte.

Autores	Tipo de Dieta Basal	Nível de Ca(g/kg)	Nível de nPP(g/kg)	P Fítico (g/kg)
Ribeiro Jr <i>et al.</i> , 2016	Milho - Farelo. de Soja	9.0	1.8	2.27
Vieira <i>et al.</i> , 2015	Milho - Farelo. de Soja	8.0	1.4	2.4
Olukosi <i>et al.</i> , 2014	Milho – Trigo – Farelo de Soja	13.1	4.0	2.5
Olukosi <i>et al.</i> , 2014	Milho - Farelo. de Soja	16.3	5.7	2.4
Olukosi <i>et al.</i> , 2014	Milho - Farelo. de Soja	11.8	3.8	2.3
Olukosi <i>et al.</i> , 2014	Milho - Farelo. de Soja	11.7	3.3	2.4
Olukosi <i>et al.</i> , 2014	Milho - Farelo. de Soja	14.0	4.8	2.3
Shaw <i>et al.</i> , 2011	Milho - Farelo. de Soja	9.4	2.2	2.7
Shaw <i>et al.</i> , 2011	Milho - Farelo. de Soja	9.4	3.0	2.8
Shaw <i>et al.</i> , 2011	Milho – Farelo. de Soja	9.4	3.8	2.9

Ca = Cálcio; nPP = Fósforo não Fítico; P = Fósforo

Os níveis de fósforo não fítico (nPP, g/kg) apresentaram variação entre os artigos compilados. Olukosi *et al.*, 2014 relataram maior quantidade de fósforo não fítico (equivalente a 5,7 g/kg), enquanto que Vieira *et al.*, 2015 reportaram o nível de 1,4 g/kg de fósforo não fítico na dieta basal. Da mesma forma, o fósforo fítico (P, g/kg) dos artigos compilados também apresentaram variação. Shaw *et al.*, 2011 descreveram maior



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

quantidade de fósforo fítico (equivalente a 2,9 g/kg), enquanto que Ribeiro Jr. *et al.*, 2016 reportaram o uso de 2,27 g/kg de fósforo fítico na dieta basal.

Os valores médios para as variáveis de ganho de peso (g), consumo de ração (g), conversão alimentar (g/g), teor de cálcio (g/kg) e teor de fosforo não fítico (nPP, g/kg) em relação aos níveis de unidades de fitase (FTU/kg de ração) de *C. braakii*, estão apresentados na tabela 5. Os valores médios estão acompanhados do desvio padrão da média para cada variável (média \pm EPM). A tabela 5 também apresenta o tamanho das amostras (n) utilizado na composição desses valores médios. Para esse levantamento foram utilizados apenas dados coletados de artigos que tinham a dieta basal composta por milho e farelo de soja. Segundo Selle & Ravindran (2007) uma das maiores dificuldades em fazer levantamentos sobre a atividade de fitases é a diversidade que existe na composição das dietas basais utilizadas nos estudos, a qual pode interferir na ação das enzimas. Portanto, utilizar trabalhos que possuíam dietas basais similares aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos pela a meta análise.

Tabela 5. Média \pm Erro Padrão da Média (EPM) das variáveis de desempenho e dos teores de cálcio e de fósforo não fítico de diferentes trabalhos que avaliaram níveis de fitase derivada de *Citrobacter braakii* (FTU/Kg de ração) em dietas de frangos de corte.

			Ganho de Peso, (g)	Consumo de Ração, (g)	Conversão Alimentar, g/g	Cálcio, g/kg	nPP, g/kg
FTU/kg ração	de	n	Média \pm EPM	Média \pm EPM	Média \pm EPM	Média \pm EPM	Média \pm EPM
Dieta Basal	4		616,28 \pm 72,82	958,00 \pm 103,52	1,57 \pm 0,09	-	-
500	3		773,27 \pm 170,46	1,200 \pm 175,32	1,54 \pm 0,09	-	-
1000	3		850,63 \pm 180,19	1228,33 \pm 217,38	1,46 \pm 0,05	-	-
1121	1		836	1130	1,348	-	-
1406	1		786	1080	1,374	-	-
2000	2		695,55 \pm 18,45	1056,50 \pm 33,50	1,52 \pm 0,01	-	-
2400	1		809	1080	1,335	-	-
2977	1		838	1130	1,348	-	-

FTU/kg = Unidade de fitase por quilograma de ração; n = tamanho da amostra (quantidade de valores encontrados em diferentes artigos na literatura); nPP = Fósforo não Fítico.

Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) dos níveis de fitase (FTU/kg de ração) sobre as variáveis de desempenho avaliadas.

A dieta basal normalmente representa o nível zero de suplementação das enzimas, o tamanho da amostra referente ao efeito da dieta basal sobre as variáveis observadas foi



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

coletado de 04 artigos. Os trabalhos encontrados apresentaram níveis de suplementação de FTU/kg de ração, que variavam de 500 a 2.977. Os níveis 500 e 1.000 FTU/kg foram os mais utilizados nos artigos encontrados ($n = 03$); seguido pelo o nível 2.000 FTU/kg de ração, utilizado em 02 artigos. No entanto, a suplementação dos níveis de FTU/kg de ração de 1.121, 1.406, 2.400 e 2.977 foram reportados em apenas em 01 artigo cada.

Foi observado que a suplementação de 1.000 (FTU/kg de ração) resultou no maior ganho de peso médio ($850,63 \pm 180,19$ g), enquanto que a suplementação de 2.000 (FTU/kg de ração) apresentou o menor valor ($695,55 \pm 18,45$ g). Em relação aos artigos com suplementação de 500 (FTU/kg de ração), foi observado ganho de peso médio de ($773,27 \pm 170,46$ g), sendo que este nível de suplementação é o mais utilizado e recomendado pela indústria de nutrição de aves. De forma geral, foi observado que a utilização de suplementação 500 e 2.000 (FTU/kg de ração) resultaram em médias de ganho de peso menores quando comparados com o nível de 1.000 (FTU/kg de ração). Avaliando o intervalo da dieta basal (nível 0) para a suplementação de (500 FTU/kg de ração), observamos em média aumento de 25% de melhora no ganho de peso. Quando observamos a variação de 500 (FTU/kg de ração) para 1000 (FTU/kg de ração), o resultado passou a ser de 10% de melhora no ganho de peso, ao passo que a melhora, ao aumentar de 1000 (FTU/kg de ração) para 2000 (FTU/kg de ração) foi de 22%. Isso indica que o aumento de suplementação da enzima não possui efeito ($P > 0,05$) sobre a variável ganho de peso, dessa forma ao dobrar, triplicar ou quadriplicar a quantidade de enzima nas rações não se observa aumento similar nas respostas.

Ao avaliar o consumo de ração (g), o nível de suplementação 500 (FTU/kg de ração) apresentou maior consumo médio ($1.228,33 \pm 217,38$ g), quando comparado com o nível de 2.000 (FTU/kg de ração) que apresentou menor consumo médio ($1056,50 \pm 33,50$ g). Ao comparar os intervalos de suplementação 0 (dieta basal) a 500 (FTU/kg de ração) obteve em média 25% de aumento. Quando observado a suplementação de 500 (FTU/kg de ração) para 1.000 (FTU/kg de ração) o resultado passou a ser de 2,3% de aumento no consumo médio, ao aumentar de 1.000 (FTU/kg de ração) para 1.500 (FTU/kg de ração),



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

houve 16 % de aumento no consumo. Novamente, isso indica que o aumento de suplementação da enzima não possui efeito ($P>0,05$) sobre o consumo de ração das aves.

Ao observar a conversão alimentar (g/g), no intervalo de suplementação 0 (dieta basal) a 500 (FTU/kg de ração), observamos em média 1,9% de melhoria nessa variável. Entretanto, quando observamos a variação de 500 (FTU/kg de ração) para 1000 (FTU/kg de ração), houve piora de 5% no resultado, ao passo que ao aumentar de 1000 (FTU/kg de ração) para 2000 (FTU/kg de ração) houve novamente melhora de 4% na conversão alimentar. Tais resultados demonstram inconsistência ($P>0,05$) na melhoria da conversão alimentar do animal com a suplementação da enzima em níveis superiores à 500 (FTU/kg de ração).

Em função da ausência de significância da análise de variância e dos poucos dados relatos nos trabalhos que foram compilados para a suplementação dietética da fitase bacteriana derivada de *Citrobacter braakii* (FTU/kg de ração), não foi possível ajustar nenhum modelo de equação para as variáveis de desempenho, como também não foi possível realizar a metodologia de superfície de resposta combinando os níveis da enzima com o fósforo não fítico (nPP, g/kg de ração) ou de cálcio (g/kg de ração) das dietas experimentais.

5. Conclusões

A meta-análise pode ser utilizada para avaliar a eficiência da utilização de níveis de fitases considerando dados provenientes de diversos artigos da literatura. Desta forma, para a utilização de fitase bacteriana derivada de *Escherichia coli*, os modelos Quadrático e Gompertz foram significativos, no entanto o modelo Quadrático descreve o melhor ajuste para as variáveis de ganho de peso e consumo de ração para frangos de corte, com idade de (1 a 21 dias), em função de níveis de fitase (FTU/kg de ração). A metodologia de superfície de resposta é eficiente em avaliar conjuntamente níveis de fitase (FTU/kg de ração), cálcio (g/kg) e fósforo não fítico (g/kg) em dieta para frangos de corte, com idade de 1 a 21 dias.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Para a utilização de fitase bacteriana *Citrobacter braakii* não obtivemos resultados significativos.

6. Perspectivas

As perspectivas a serem alcançadas com este projeto, é auxiliar os produtores a utilizar o melhor nível da enzima (FTU/kg de ração) em combinação com os níveis de cálcio (g/kg de ração) e de fósforo não fitico (g/kg de ração) em dietas para frangos de corte em fase inicial de produção.

7. Referências bibliográficas

- ADEDOKUN, S.A., SANDS, J.S., ADEOLA, O., 2004. Determining the equivalent phosphorus released by an *Escherichia coli*-derived phytase in broiler chicks. *Can. J. Anim. Sci.* 84, 437-444.
- ADEOLA, O., 2010. Phosphorus equivalency value of an *Escherichia coli* phytase in the diets of White Pekin ducks. *Poult. Sci.* 89, 1199–1206.
- AHMADI, H. AND RODEHUTSCORD, M. 2012. Meta-analysis of responses to dietary nonphytate phosphorus and phytase in laying hens. *Poultry Science* 91:2072–2078.
- APPLEGATE, T.J., ANGEL, R., CLASSEN, H.L., 2003. Effect of dietary calcium, 25 hydroxycholecalciferol, or bird strain on small intestinal phytase activity in broiler chickens. *Poult. Sci.* 82, 1140-1148.
- BEDFORD, M.R., PARTRIDGE, G.G., 2010. *Enzymes in farm animal nutrition*, second ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- COWIESON, A.J., ACAMOVIC, T., BEDFORD, M.R., 2006. Supplementation of corn-soy-based diets with an *Escherichia coli*-derived phytase: effects on broiler chick performance and digestibility of amino acids and metabolizability of minerals and energy. *Poult. Sci.* 85, 1389-1397.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

- COWIESON, A.J., FRU-NJI, F., ADEOLA, O., 2014. Dietary phosphate equivalence of four forms of Pi contrasted with a novel microbial phytase from *Citrobacter braakii* in broiler chickens. *Anim. Prod. Sci.* 55, 1145 – 1151.
- CROMWELL, G.L., 2009. ASAS Centennial Paper: Landmark discoveries in swine nutrition in the past century. *J. Anim. Sci.* 87, 778-792.
- JENDZA, J.A., DILGER, R.N., SANDS, J.S., ADEOLA, O., 2006. Efficacy and equivalency of an *Escherichia coli*-derived phytase for replacing inorganic phosphorus in the diets of broiler chickens and young pigs. *J. Anim. Sci.* 84, 3364–3374.
- LEE, S.A., NAGALAKSHMI, D., RAJU, M.V.L.N., RAO, S.V.R., BEDFORD, M.R., 2017. Effect of phytase superdosing, myo-inositol and available phosphorus concentrations on performance and bone mineralization in broilers. *Anim. Nut.* 3, 247-251.
- MCCORMICK, K., WALK, C.L., WYATT, C.L., ADEOLA, O., 2017. Phosphorus utilization response of pigs and broiler chickens to diets supplemented with antimicrobial and phytase. *Amin. Nut.* 3, 77-84.
- OLUKOSI, O.A., FRU-NJI, F., 2014. The interplay of dietary nutrient specification and varying calcium to total phosphorus ratio on efficacy of a bacterial phytase: Growth performance and tibia mineralization. *Poult. Sci.* 93, 3037– 3043.
- ONYANGO, E.M., BEDFORD, M.R., ADEOLA, O., 2004. The yeast production system in which *Escherichia coli* phytase is expressed may affect growth performance, bone ash, and nutrient use in broiler chicks. *Poult. Sci.* 83, 421-427.
- ONYANGO, E.M., BEDFORD, M.R., ADEOLA, O., 2005. Efficacy of an evolved *Escherichia coli* phytase in diets of broiler chicks. *Poult. Sci.* 84, 248–255.
- ONYANGO, E.M., BEDFORD, M.R., ADEOLA, O., 2005a. Efficacy of an evolved *Escherichia coli* phytase in diets of broiler chicks. *Poult. Sci.* 84, 248-255.
- ONYANGO, E.M., BEDFORD, M.R., ADEOLA, O., 2005b. Phytase activity along the digestive tract of the broiler chick: A comparative study of an *Escherichia coli*-derived and *Peniophora lycii* phytase. *Can. J. Anim. Sci.* 85, 61-68.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

- PIRGOZLIEV, V., ODUGUWA, O., ACAMOVIC, T., BEDFORD, M.R., 2007. Diets containing *Escherichia coli*-derived phytase on young chickens and turkeys: effects on performance, metabolizable energy, endogenous secretions, and intestinal morphology. Poult. Sci. 86, 705-713.
- POWELL, S., BIDNER, T.D., SOUTHERN, L.L., 2011. Phytase supplementation improved growth performance and bone characteristics in broilers fed varying levels of dietary calcium. Poult. Sci. 90, 604-608.
- RIBEIRO JR, V., SALGUERO, S.C., GOMES, G., BARROS, V.R.S.M., SILVA, D.L., BARRETO, S.L.T., ROSTAGNO, H.S., HANNAS, M.I., ALBINO, L.F.T., 2016. Efficacy and phosphorus equivalency values of two bacterial phytases (*Escherichia coli* and *Citrobacter braakii*) allow the partial reduction of dicalcium phosphate added to the diets of broiler chickens from 1 to 21 days of age. Anim. Feed Sci. Technol. 221, 226–233.
- SAS INSTITUTE, INC., 2010. SAS OnlineDoc® Version 9.1.3, Cary, NC, USA.
- SELLE, P.H., RAVINDRAN, V., 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. Anim. Feed. Sci. Technol. 135, 1-41.
- SHAW, A.L., HESS, J.B., BLAKE, J.P., WARD, N.E., 2011. Assessment of an experimental phytase enzyme product on live performance, bone mineralization, and phosphorus excretion in broiler chickens. Poult. Sci. 20,561-566.
- SIMONS, P.C.M., VERSTEEGH, H.A.J., JONGBLOED, A.W., KEMME, P.A., SLUMP, P., BOS, K.D., 1990. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. Br. Poult. Sci. 64, 525–540.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS user's guide: statistics. Version 9.2. Cary: SAS; 2008.
- VIEIRA, S.L., ANSCHAU, D.L., STEFANELLO., SERAFINI, N. C., KINDLEIN, L., COWIESON, A.J., SORBARA, O.B., 2015. Phosphorus equivalency of a *Citrobracter braakii* phytase in broilers. Poult. Sci. 24,335-342.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

- WALK, C.L., BEDFORD, M.R., MCELROY, A.P., 2012. Influence of limestone and phytase on broiler performance, gastrointestinal pH, and apparent ileal nutrient digestibility. Poult. Sci. 91, 1371-1378.
- WALK, C.L., BEDFORD, M.R., SANTOS, T.S., PAIVA, D., BRADLEY, J.R., WLADECKI, H., HONAKER, C., MCELROY, A.P., 2013. Extra-phosphoric effects of superdoses of a novel microbial phytase. Poult. Sci. 92, 719-725.
- WALK, C.L., SANTOS, T.T., BEDFORD, M.R., 2014. Influence of superdoses of a novel microbial phytase on growth performance, tibia ash, and gizzard phytate and inositol in young broilers. Poult. Sci. 93, 1172-1177.

8. Outras Atividades

- 11^a FESTA DO OURO BRANCO em Nossa Senhora da Glória- Sergipe em novembro de 2017;
- Conferência a Qualidade da Produção na sua Mesa, realizado na Universidade Federal de Sergipe, 07 de dezembro de 2017;
- Curso Capacitação em Estatística Básica e Experimental, 23 de maio a 03 de julho de 2018;
- Curso de bem-estar animal e abate humanitário do Programa Nacional de Abate Humanitário- Steps, realizado na Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão, no dia 09 de outubro de 2017;
- Curso de Excel do Básico ao Avançado Voltado a Agropecuária, realizado na Universidade Federal de Sergipe - Campus do Sertão, de 13 a 16 de novembro de 2017;
- I Congresso Regional de Zootecnia, 4,5 e 6 de julho de 2018, Universidade Federal Rural do Pernambuco- Campus Garanhuns.
- I Encontro Técnico de Avicultura, 13 e 14 de setembro de 2017, Universidade Federal da Paraíba- Campus Areia;



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

- I SIMPÓSIO NORDESTINO DE BIOÉTICA, COMPORTAMENTO E BEM ESTAR ANIMAL, 9 a 11 de outubro de 2017, Universidade Federal de Sergipe;
- IV Simpósio Nordestino de Avicultura, 7 a 9 de maio de 2018, Universidade Federal da Paraíba – Campus João Pessoa;
- Minicurso intitulado de: Comportamento e bem-estar de aves, no I SIMPÓSIO NORDESTINO DE BIOÉTICA, COMPORTAMENTO E BEM ESTAR ANIMAL, 09 de outubro de 2017, Universidade Federal de Sergipe;
- UFS na Festa Literária de Glória, 19,20 e 21 de junho de 2018;
- V SEMAC - Campus do Sertão 2017;
- Curso de Formulação Ração utilizando Softwares, 4 de julho de 2018, Universidade Federal Rural do Pernambuco.